

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-45082
(P2001-45082A)

(43) 公開日 平成13年2月16日 (2001.2.16)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト [*] (参考)
H 0 4 L 27/22		H 0 4 L 27/22	D 5 K 0 0 4
27/01		27/00	K

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-213955

(22) 出願日 平成11年7月28日 (1999.7.28)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 井手 美奈子

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1
号 松下通信工業株式会社内

(74) 代理人 100105050

弁理士 鷲田 公一

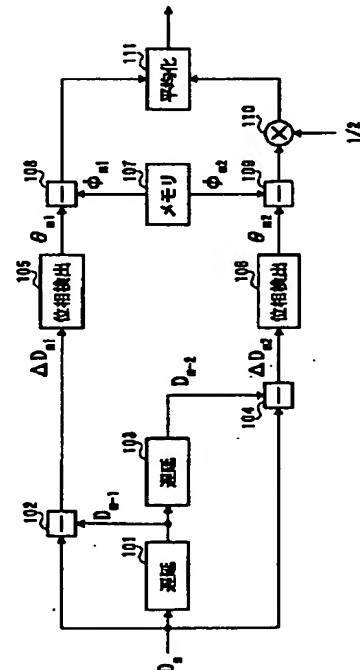
F ターム(参考) 5K004 AA05 FA05

(54) 【発明の名称】 周波数オフセット量検出装置

(57) 【要約】

【課題】 初期引き込み時間短縮を図りつつ、周波数オフセット量推定精度を向上させること。

【解決手段】 遅延器101が、AFC部に入力された受信既知シンボルを1シンボル遅延させ、減算器102が、受信シンボルから1シンボル遅延受信既知シンボルを減算し、遅延器103が、入力された1シンボル遅延受信既知シンボルを1シンボル遅延させ、減算器104が、受信シンボルから2シンボル遅延受信既知シンボルを減算し、位相検出部105、106が、それぞれ減算結果を位相角度に変換して位相ずれを検出し、減算器108、109が、それぞれ位相ずれから位相オフセットを減算処理し、乗算器110が、1/2を乗じ、平均化部111が、減算器108の出力及び乗算器110の出力を任意区間平均化する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 受信した既知シンボルの1シンボル位相差分情報から検出した位相ずれ角度から予め保持するデータ変調による位相オフセット量を減算する第一検出手段と、受信した既知シンボルの2シンボル位相差分情報から検出した位相ずれ角度から予め保持するデータ変調による位相オフセット量を減算した上で1/2倍する第二検出手段と、前記第一検出手段の出力値と前記第二検出手段の出力値とを任意区間平均化し出力する平均化手段と、を具備することを特徴とする周波数オフセット量検出装置。

【請求項2】 受信した既知シンボルを前記第一検出手段及び前記第二検出手段の前段において複素信号に変換する変換手段を具備することを特徴とする請求項1記載の周波数オフセット量検出装置。

【請求項3】 前記第二検出手段は、ベクトル演算によって複素信号の位相角度を1/2倍する演算部を有することを特徴とする請求項2記載の周波数オフセット量検出装置。

【請求項4】 請求項1から請求項3のいずれかに記載の周波数オフセット量検出装置を具備することを特徴とする通信端末装置。

【請求項5】 請求項4記載の通信端末装置と無線通信を行うことを特徴とする基地局装置。

【請求項6】 請求項1から請求項3のいずれかに記載の周波数オフセット量検出装置を具備することを特徴とする基地局装置。

【請求項7】 請求項6記載の基地局装置と無線通信を行うことを特徴とする通信端末装置。

【請求項8】 受信した既知シンボルの1シンボル位相差分情報から検出した位相ずれ角度から予め保持するデータ変調による位相オフセット量を減算する第一検出工程と、受信した既知シンボルの2シンボル位相差分情報から検出した位相ずれ角度から予め保持するデータ変調による位相オフセット量を減算した上で1/2倍する第二検出工程と、前記第一検出工程の出力値と前記第二検出工程の出力値とを任意区間平均化し出力する平均化工程と、を具備することを特徴とする周波数オフセット量検出方法。

【請求項9】 受信した既知シンボルを前記第一検出工程及び前記第二検出工程の前段において複素信号に変換することを特徴とする請求項8記載の周波数オフセット量検出方法。

【請求項10】 前記第二検出工程は、ベクトル演算によって複素信号の位相角度を1/2倍することを特徴とする請求項9記載の周波数オフセット量検出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、周波数オフセット量検出装置に関し、特にデジタル移動体通信の通信装

2

置に用いられる周波数オフセット量検出装置及びその周波数オフセット量検出方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 無線通信を行う場合、送信側と受信側の無線周波数は基本的には同一とするが、実際にはそれぞれが持つ周波数源の基準クロックの精度によりお互いに数〜数十ppm程度のずれが生じる。この周波数ずれを受信側で推定し、補正を行うことを周波数オフセット補償 (Automatic Frequency Compensation: 以下AFCと記す) と呼ぶ。

【0003】 アナログ通信が主流であった頃は、AFCには、受信側でクロック源の周波数を任意の範囲でスイープし、受信レベルの高いポイントを選ぶ方法等が用いられていた。しかし、無線デジタル通信が主流となった今日では、受信信号をベースバンド周波数帯に復調してA/D変換した後のデジタル信号から周波数オフセット量を推定し、補正する方法が用いられる。

【0004】 この周波数オフセット量の推定方法については様々な方法が使用・検討されているが、通常は、前後の受信データの位相差分を求め、データ変調による差分值を取り除いて、周波数オフセット量を求めるという方法が知られている。

【0005】 この場合、伝送効率追求上数に限りがある既知信号を用いると初期の同期引き込みに時間が掛かるため、未知信号 (データ信号) を用いて周波数オフセット量を検出する方法が提案されている。

【0006】 以下、図5から図7を用いて、従来の受信装置について説明する。図5は、従来の受信装置の概略構成を示す要部ブロック図であり、図6は、従来の受信装置のAFC部の概略構成を示す要部ブロック図であり、図7は、周波数オフセットを説明するためのI-Q平面の一例を示すグラフである。なお、ここでは、CDMA方式の移動体通信に用いられる受信装置について考える。

【0007】 図5において、アンテナ501は、無線信号を受信し、無線変復調部502は、受信信号を高周波信号からベースバンド信号に変換し、受信処理部503に出力する。

【0008】 受信処理部503は、A/D変換部504と、相関部505と、AFC部506と、復号部507と、誤り訂正部508と、から成る。A/D変換部504は、入力された受信信号をA/D変換処理し、相関部505は、例えばマッチドフィルタから成り、復調信号を検出する。

【0009】 AFC部506は、相関部505から出力された復調信号に基づいて周波数オフセット量を検出し、検出された周波数オフセット量を復号部507及びクロック源510に出力する。詳しくは後述する。

【0010】 復号部507は、入力された復調信号に対して、AFC部506の出力である周波数オフセット量

3

に基づいて位相補償処理を行ってから軟判定処理する。誤り訂正部508は、判定信号に対して、デインターリーブ処理及び誤り訂正処理等のコーデック処理を行い、ベースバンド信号処理部509に出力する。

【0011】ベースバンド信号処理部509は、受信処理部503によって受信処理された受信信号から受信データを得、又、送信データを得て送信処理部511に出力する。

【0012】クロック源510は、基準クロック周波数を保持し、AFC部506の出力である周波数オフセット量に基づいて基準クロック周波数を補正し、無線変復調部502、A/D変換部503、及びベースバンド信号処理部509に基準クロック周波数を出力する。

【0013】送信処理部511は、送信ベースバンド信号を送信処理して、無線変復調部502に出力する。

【0014】次いで、図6及び図7を用いて、AFC部506の構成及び周波数オフセット検出動作について説明する。

【0015】既知信号ではなく未知信号（データ信号）を用いて周波数オフセットを検出する場合、受信復調信号 D_m は、第1～第4象限のいずれかに位置するが、特定はできない。ここで、雑音レベルが十分に小さいもの

$$((4 \times \theta_m) \bmod (360^\circ)) / 4$$

$$= ((4 \times (\theta_d + \theta_f)) \bmod (360^\circ)) / 4$$

$$= ((4\theta_d + 4\theta_f) \bmod (360^\circ)) / 4$$

$$= 4\theta_f / 4$$

$$= \theta_f$$

【0020】そこで、乗算器604において、位相ずれ θ_m を4倍し、モッド(mod)演算器605によって、乗算器604の出力を 360° で割った時の余りを算出し、乗算器606によって、 $4\theta_f$ に $1/4$ を乗じ、周波数オフセット θ_f を得る。

【0021】そして、最後に平均化部607は、周波数オフセット量 θ_f を任意区間平均し、周波数オフセット量の推定・補正を行う。

【0022】このように従来の周波数オフセット検出方法は、限られた既知信号ではなく、データ信号を用いるため、AFCの初期引き込み時間の短縮が可能である。

【0023】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の周波数オフセット検出方法においては、誤り訂正処理が施されていない段階の受信信号を用いるため、推定精度が劣化し得るという問題がある。

【0024】今後のCDMA等を用いたセルラーシステムにおいて想定されている誤り訂正後のビット誤り率

(BER)は 10^{-3} 程度であるため、逆算すると誤り訂正前の信号では $BER = 10^{-1}$ 以上となり、このようなBERを有する信号を用いて周波数オフセット量を推定すると推定精度劣化が大きく、初期引き込みが困難にな

4

*のように復調信号は各象限内の1点に位置するが、周波数オフセット θ_f が存在する場合は、図7(b)のように、復調信号位置は時間とともにずれていく。

【0016】ここで、1シンボル遅延された受信シンボルと現受信シンボルとのオフセット量 θ_f は常に一定であるため、1シンボル遅延された受信シンボルと現受信シンボルとの差分をとることによりオフセット量 θ_f を求めることができる。

【0017】そこで、遅延器601は、入力された受信復調信号 D_m を1シンボル遅延させ、減算器602は、現シンボルから遅延器601の出力を減算し、更に、位相検出器603は、減算器602における減算結果 ΔD_m を位相角度に変換して位相ずれ θ_m を検出する。

【0018】しかしながら、この位相ずれ θ_m は、周波数オフセット θ_f と等価ではなく、データ変調による位相オフセット θ_d も含まれる($\theta_m = \theta_d + \theta_f$)ため、これを除く必要がある。

【0019】ここで、変調方式をQPSKであるものとする、位相オフセット θ_d は、 0° 、 90° 、 180° 、 270° である。これらの値は、4倍すると 360° の倍数となるため、下記計算式によって θ_m から θ_d を除去し、周波数オフセット θ_f を得ることができる。

り得る。

【0025】本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、初期引き込み時間短縮を図りつつ、周波数オフセット量推定精度を向上させる受信装置及びその周波数オフセット量推定方法を提供することを目的とする。

【0026】

【課題を解決するための手段】本発明に係る周波数オフセット量検出装置は、受信した既知シンボルの1シンボル位相差分情報から検出した位相ずれ角度から予め保持するデータ変調による位相オフセット量を減算する第一検出手段と、受信した既知シンボルの2シンボル位相差分情報から検出した位相ずれ角度から予め保持するデータ変調による位相オフセット量を減算した上で $1/2$ 倍する第二検出手段と、前記第一検出手段の出力値と前記第二検出手段の出力値とを任意区間平均化し出力する平均化手段と、を具備する。

【0027】本発明によれば、既知信号を用い、且つ1シンボル位相差情報のみならず2シンボル位相差情報をも用いてサンプル数を増やすため、周波数オフセット量の推定精度向上及び周波数オフセット補償の初期引き込み時間の短縮の同時実現が可能となる。

【0028】本発明に係る周波数オフセット量検出装置

5

は、受信した既知シンボルを前記第一検出手段及び前記第二検出手段の前段において複素信号に変換する変換手段を具備する。

【0029】本発明によれば、受信既知シンボルを複素信号である位相回転量に予め変換してから周波数オフセット量検出処理を行うことによって、検出された位相ずれからデータ変調による位相オフセットを減算する工程を省くことができるため、より簡素な構成で周波数オフセット量の推定精度向上及び周波数オフセット補償の初期引き込み時間の短縮の同時実現が可能となる。

【0030】本発明に係る周波数オフセット量検出装置は、前記第二検出手段は、ベクトル演算によって複素信号の位相角度を $1/2$ 倍する演算部を有する。

【0031】本発明によれば、2種類の位相差情報を複素信号のまま平均化処理することによって、複素信号から位相角度を検出する工程を平均化処理後の1回に集約することができるため、より簡素な構成で周波数オフセット量の推定精度向上及び周波数オフセット補償の初期引き込み時間の短縮の同時実現が可能となる。

【0032】本発明に係る通信端末装置は、上記いずれかの周波数オフセット量検出装置を具備する。

【0033】本発明によれば、既知信号を用い、且つ1シンボル位相差情報及び2シンボル位相差情報を併用することによって限られたシンボル情報から位相差分サンプル数を多く取り出すため、周波数オフセット量の推定精度向上及び周波数オフセット補償の初期引き込み時間の短縮の同時実現が可能となる。

【0034】本発明に係る基地局装置は、上記通信端末装置と無線通信を行う。

【0035】本発明によれば、既知信号を用い、且つ1シンボル位相差情報及び2シンボル位相差情報を併用することによって限られたシンボル情報から位相差分サンプル数を多く取り出すため、周波数オフセット量の推定精度向上及び周波数オフセット補償の初期引き込み時間の短縮の同時実現が可能となる。

【0036】本発明に係る基地局装置は、上記いずれかの周波数オフセット量検出装置を具備する。

【0037】本発明によれば、既知信号を用い、且つ1シンボル位相差情報及び2シンボル位相差情報を併用することによって限られたシンボル情報から位相差分サンプル数を多く取り出すため、周波数オフセット量の推定精度向上及び周波数オフセット補償の初期引き込み時間の短縮の同時実現が可能となる。

【0038】本発明に係る通信端末装置は、上記基地局装置と無線通信を行う。

【0039】本発明によれば、既知信号を用い、且つ1シンボル位相差情報及び2シンボル位相差情報を併用することによって限られたシンボル情報から位相差分サンプル数を多く取り出すため、周波数オフセット量の推定精度向上及び周波数オフセット補償の初期引き込み時間

6

の短縮の同時実現が可能となる。

【0040】本発明に係る周波数オフセット量検出方法は、受信した既知シンボルの1シンボル位相差分情報から検出した位相ずれ角度から予め保持するデータ変調による位相オフセット量を減算する第一検出工程と、受信した既知シンボルの2シンボル位相差分情報から検出した位相ずれ角度から予め保持するデータ変調による位相オフセット量を減算した上で $1/2$ 倍する第二検出工程と、前記第一検出工程の出力値と前記第二検出工程の出力値とを任意区間平均化し出力する平均化工程と、を具備する。

【0041】本発明によれば、既知信号を用い、且つ1シンボル位相差情報のみならず2シンボル位相差情報をも用いてサンプル数を増やすため、周波数オフセット量の推定精度向上及び周波数オフセット補償の初期引き込み時間の短縮の同時実現が可能となる。

【0042】本発明に係る周波数オフセット量検出方法は、受信した既知シンボルを前記第一検出工程及び前記第二検出工程の前段において複素信号に変換する。

【0043】本発明によれば、受信既知シンボルを複素信号である位相回転量に予め変換してから周波数オフセット量検出処理を行うことによって、検出された位相ずれからデータ変調による位相オフセットを減算する工程を省くことができるため、より簡素な構成で周波数オフセット量の推定精度向上及び周波数オフセット補償の初期引き込み時間の短縮の同時実現が可能となる。

【0044】本発明に係る周波数オフセット量検出方法は、前記第二検出工程は、ベクトル演算によって複素信号の位相角度を $1/2$ 倍する。

【0045】本発明によれば、2種類の位相差情報を複素信号のまま平均化処理することによって、複素信号から位相角度を検出する工程を平均化処理後の1回に集約することができるため、より簡素な構成で周波数オフセット量の推定精度向上及び周波数オフセット補償の初期引き込み時間の短縮の同時実現が可能となる。

【0046】

【発明の実施の形態】本発明の骨子は、既知信号を用いることで周波数オフセット量の推定精度向上を図ると共に、1シンボル位相差情報及び2シンボル位相差情報を併用することで、限られたシンボル情報から位相差分サンプル数を多く取り出し、初期引き込み時間短縮をも図るものである。

【0047】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0048】（実施の形態1）本実施の形態に係る受信装置は、既知シンボルの1シンボル位相差情報及び2シンボル位相差情報を用いて周波数オフセット量を検出するものである。

【0049】以下、図1を用いて、本実施の形態に係る受信装置について説明する。図1は、本発明の実施の形

7

態1に係る受信装置のAFC部の概略構成を示す要部ブロック図である。

【0050】図1において、遅延器101は、AFC部に入力された受信既知シンボル D_m を1シンボル遅延させて1シンボル遅延受信既知シンボル D_{m-1} を出力し、減算器102は、受信シンボル D_m から1シンボル遅延受信既知シンボル D_{m-1} を減算処理して減算結果 ΔD_{m1} を出力する。

【0051】遅延器103は、入力された1シンボル遅延受信既知シンボル D_{m-1} を1シンボル遅延させて2シンボル遅延受信既知シンボル D_{m-2} を出力し、減算器104は、受信シンボル D_m から2シンボル遅延受信既知シンボル D_{m-2} を減算処理して減算結果 ΔD_{m2} を出力する。

【0052】位相検出部105は、減算結果 ΔD_{m1} を位相角度に変換して位相ずれ θ_{m1} を検出し、位相検出部106は、減算結果 ΔD_{m2} を位相角度に変換して位相ずれ θ_{m2} を検出する。

【0053】ここで、位相ずれ θ_{m1} 、 θ_{m2} は、周波数オフセット θ_f と等価ではなく、受信信号のデータ変調による位相オフセットも含まれるが、変調方式が既知であれば既知信号のデータ変調による位相オフセットは既知である。そこで、メモリ107は、既知シンボルのデータ変調による位相オフセット ϕ_{m1} 、 ϕ_{m2} を予め保持する。

【0054】減算器108は、位相ずれ θ_{m1} から位相オフセット ϕ_{m1} を減算処理し、減算器109は、位相ずれ θ_{m2} から位相オフセット ϕ_{m2} を減算処理する。乗算器110は、2シンボル分の周波数オフセット量である減算器109の出力に対して $1/2$ を乗じ、1シンボル分に調整する。

【0055】平均化部111は、減算器108の出力及び乗算器110の出力を任意区間平均化し、平均化処理された値を推定された周波数オフセット量として出力する。

【0056】次いで、上記構成を有する装置の動作について説明する。

【0057】受信シンボル D_m は、遅延器101によって1シンボル遅延され、減算器102によって受信シンボル D_m から1シンボル遅延受信既知シンボル D_{m-1} が減算処理される。

【0058】1シンボル遅延受信既知シンボル D_{m-1} は、遅延器103によって1シンボル遅延され、減算器104によって受信シンボル D_m から2シンボル遅延受信既知シンボル D_{m-2} を減算処理される。

【0059】算出された減算結果 ΔD_{m1} 、 ΔD_{m2} は、それぞれ位相検出部105、106によって位相ずれ θ_{m1} 、 θ_{m2} に変換され、減算器108、109によってそれぞれ位相オフセット ϕ_{m1} 、 ϕ_{m2} が減算処理される。

8

【0060】減算器108の出力、及び乗算器110によって $1/2$ が乗ぜられた減算器109の出力は、平均化部111によって平均化処理され、推定された周波数オフセット量として出力される。

【0061】このように、本実施の形態によれば、既知信号を用い、且つ1シンボル位相差情報のみならず2シンボル位相差情報をも用いてサンプル数を増やすため、周波数オフセット量の推定精度向上及び周波数オフセット補償の初期引き込み時間の短縮の同時実現が可能となる。

【0062】（実施の形態2）本実施の形態に係る受信装置は、実施の形態1と同様の構成を有し、但し受信既知シンボルを複素信号である位相回転量に予め変換するものである。

【0063】以下、図2を用いて、本実施の形態に係る受信装置について説明する。図2は、本発明の実施の形態2に係る受信装置のAFC部の概略構成を示す要部ブロック図である。なお、実施の形態1と同様の構成には同一の符号を付し、詳しい説明は省略する。

【0064】位相回転検出部201は、メモリ202に保持された既知信号を用いて、受信既知シンボルの位相回転量 R_m （複素信号）を検出する。

【0065】以下、受信既知シンボル D_m に代えて位相回転量 R_m を用いて実施の形態1と同様の処理が行われ、周波数オフセット θ_f が検出される。すなわち、位相回転量 R_m は、遅延器101によって1シンボル遅延され、減算器102によって位相回転量 R_m から1シンボル遅延位相回転量 R_{m-1} が減算処理され、1シンボル遅延位相回転量 R_{m-1} は、遅延器103によって1シンボル遅延され、減算器104によって位相回転量 R_m から2シンボル遅延位相回転量 R_{m-2} を減算処理され、算出された減算結果 ΔR_{m1} 、 ΔR_{m2} は、それぞれ位相検出部105、106によって位相ずれ θ_{m1} 、 θ_{m2} に変換され、位相検出部105の出力、及び乗算器110によって $1/2$ が乗ぜられた位相検出部106の出力は、平均化部111によって平均化処理され、推定された周波数オフセット量として出力される。

【0066】ここでは、受信シンボルを遅延させる前に予め複素信号である位相回転量に変換してから処理を行うため、図1中の減算器108、109による位相オフセット除去処理が不必要となる。

【0067】このように、本実施の形態によれば、受信既知シンボルを複素信号である位相回転量に予め変換してから周波数オフセット量検出処理を行うことによって、検出された位相ずれからデータ変調による位相オフセットを減算する工程を省くことができるため、より簡素な構成で周波数オフセット量の推定精度向上及び周波数オフセット補償の初期引き込み時間の短縮の同時実現が可能となる。

【0068】（実施の形態3）本実施の形態に係る受信

9

装置は、実施の形態2と同様の構成を有し、但し平均化処理後に位相回転量を位相ずれ角度に変換するものである。

【0069】以下、図3及び図4を用いて、本実施の形態に係る受信装置について説明する。図3は、本発明の実施の形態3に係る受信装置のAFC部の概略構成を示す要部ブロック図であり、図4は、複素信号の角度成分を $1/2$ にする計算方法を説明するためのグラフである。なお、実施の形態2と同様の構成には同一の符号を付し、詳しい説明は省略する。

【0070】図3において、減算器104の出力である ΔR_m2 は、2シンボル分の位相回転量であるため、ベクトル量である ΔR_m2 の角度成分を $1/2$ に変換する必要がある。以下、図4を用いて、変換原理を説明する。

【0071】図4において、角度情報を用いずに任意の複素信号 V の角度成分を2分の1にするものとする。I-Q平面上でI軸と元の複素信号 V とを2辺とする菱形を考えると、原点から残る1角への対角線ベクトルが複素信号 V の角度成分を2分するベクトルとなる。したがって、I軸の正の向き平行で、複素信号 V と同じ大きさの複素信号 $(|V|, 0)$ を元の複素信号 V に加えることで角度成分が2分の1の複素信号 V' を得ることができる。

【0072】そこで、図3において、ベクトル生成部301は、I軸の正の向き平行で、複素信号 ΔR_m2 と同じ大きさの複素信号 $(|\Delta R_m2|, 0)$ を生成し、加算器302は、複素信号 $(|\Delta R_m2|, 0)$ と複素信号 ΔR_m2 とを加算処理し、複素信号 ΔR_m2 よりも角度成分が $1/2$ となる複素信号 $\Delta R_m2'$ を平均化部11

【0073】位相検出部303は、平均化処理された複素信号から位相角度を検出し、これを推定された周波数オフセット量として出力する。

【0074】このように、本実施の形態によれば、2種類の位相差情報を複素信号のまま平均化処理することによって、複素信号から位相角度を検出する工程を平均化処理後の1回に集約することができるため、より簡素な*

10

*構成で周波数オフセット量の推定精度向上及び周波数オフセット補償の初期引き込み時間の短縮の同時実現が可能となる。

【0075】なお、上記実施の形態1から実施の形態3において、CDMA方式の通信システムを例に挙げたが、無線AFCを用いる受信装置であれば本発明の適用は通信方式は問わない。

【0076】又、平均化部における平均化方法は、移動平均及び忘却係数を用いた重み付け平均などシステムに応じた方法を任意に用いることができる。

【0077】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、既知信号を用い、且つ1シンボル位相差情報及び2シンボル位相差情報を併用することによって限られたシンボル情報から位相差分サンプル数を多く取り出すため、周波数オフセット量の推定精度向上及び周波数オフセット補償の初期引き込み時間の短縮の同時実現が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1に係る受信装置のAFC部の概略構成を示す要部ブロック図

【図2】本発明の実施の形態2に係る受信装置のAFC部の概略構成を示す要部ブロック図

【図3】本発明の実施の形態3に係る受信装置のAFC部の概略構成を示す要部ブロック図

【図4】複素信号の角度成分を $1/2$ にする計算方法を説明するためのグラフ

【図5】従来の受信装置の概略構成を示す要部ブロック図

【図6】従来の受信装置のAFC部の概略構成を示す要部ブロック図

【図7】周波数オフセットを説明するためのI-Q平面の一例を示すグラフ

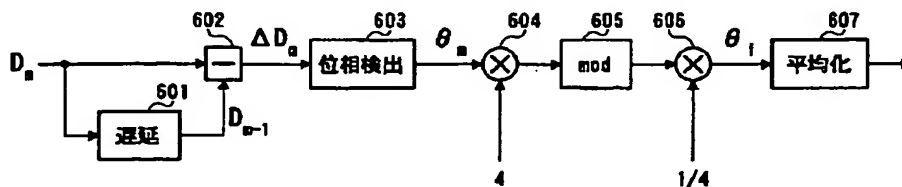
【符号の説明】

105、106 位相検出部

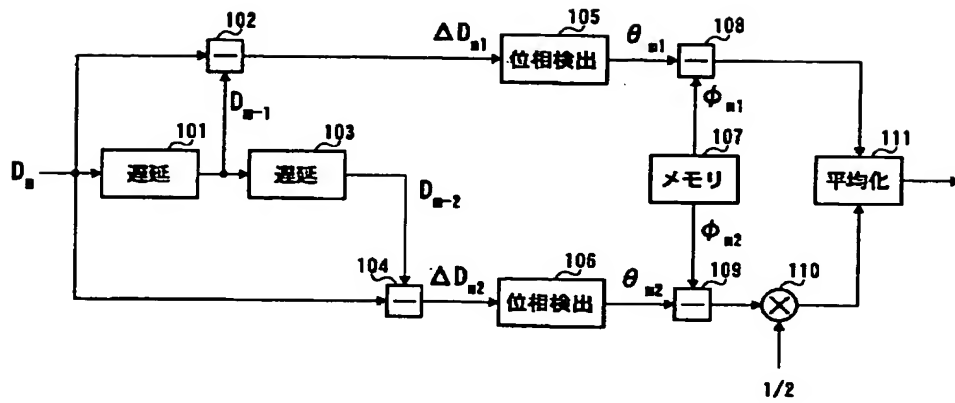
201 位相回転検出部

301 ベクトル生成部

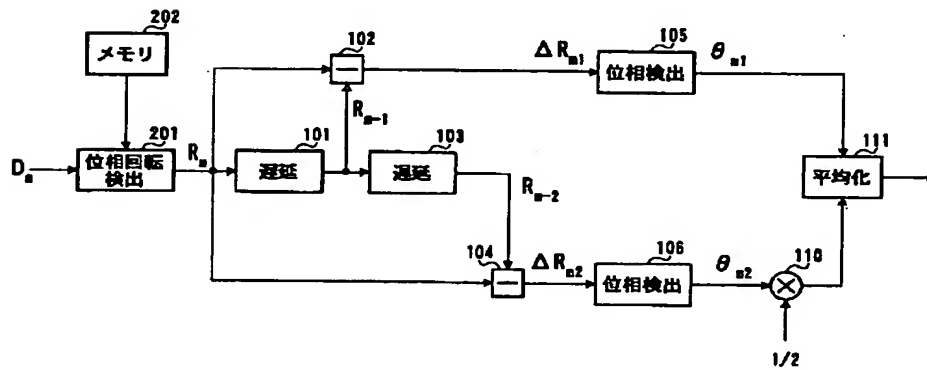
【図6】



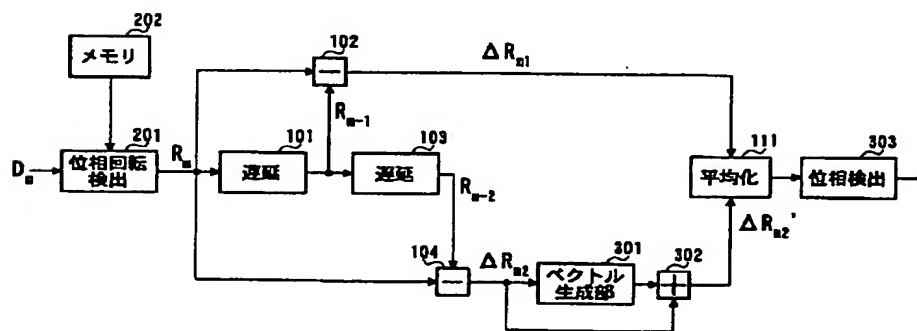
【図1】



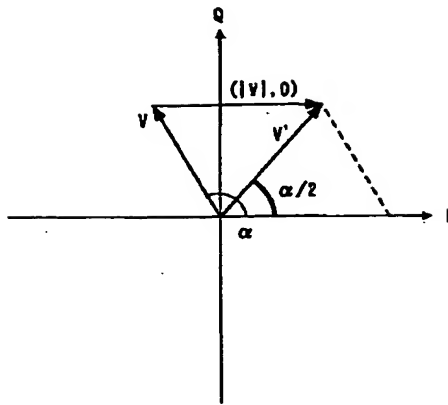
【図2】



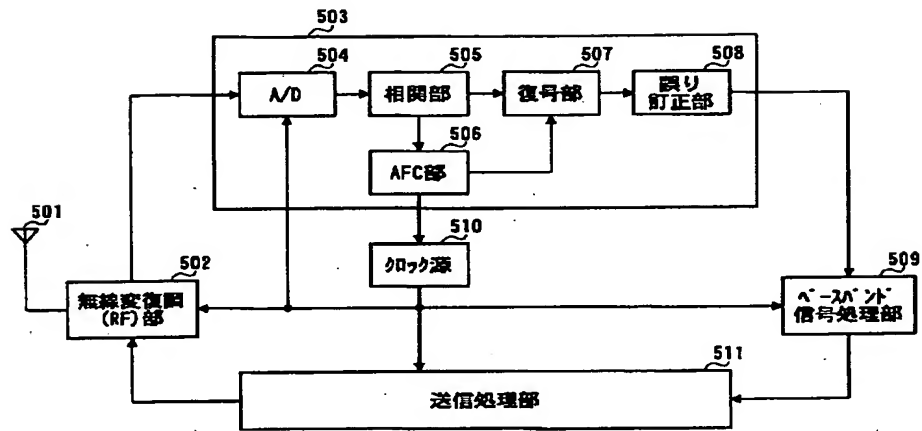
【図3】



【図4】



【図5】



【図7】

